

广州市挥发性有机化合物中三苯排放量 核算办法

一、广州市油库挥发性有机化合物（三苯）排放量核算办法

本办法适用于广州市范围内接收、储存和发放成品油（目前仅指汽油和柴油）的油库在储油和收发油过程中随油气蒸发排放的三苯（苯、甲苯和二甲苯）排放量的核算。

本市油库三苯排放量的核算包括源于汽油油气和源于柴油油气两部分排放量的核算，总排放量为其两部分排放量之和。

$$W = W_G + W_D \quad (\text{式 1})$$

式 1 中， W 为该油库三苯排放量，kg； W_G 为该油库汽油油气三苯排放量，kg； W_D 为该油库柴油油气三苯排放量，kg。

油库油气排放主要存在于油罐收发油时的大呼吸蒸发损耗（动态损耗）、油罐储存状态时的小呼吸蒸发损耗（静态损耗）以及装车（船）时的大呼吸蒸发损耗这 3 个环节。分别核算这 3 个环节的油气排放量，汇总后与油气中三苯质量比例系数相乘，即可得出该油库的三苯排放量。

油库的总排放量为各油罐排放量之和和装车（船）损耗排放量之和。

$$W_G = (\sum_i L_{Gi} + L_{Gv}) \times C_G \quad (\text{式 2-1})$$

$$W_D = (\sum_i L_{Di} + L_{Dv}) \times C_D \quad (\text{式 2-2})$$

式 2 中, L_{Gi} 为该油库第 i 个汽油油罐的油气排放量, kg;

L_{Gv} 为汽油装车 (船) 损耗油气排放量, kg;

C_G 为汽油油气中三苯质量比例系数 (%), 见表 1。

L_{Di} 为该油库第 i 个柴油油罐的油气排放量, kg;

L_{Dv} 为柴油装车 (船) 损耗油气排放量, kg;

C_D 为柴油油气中三苯质量比例系数 (%), 见表 1。

表 1 油气三苯质量比例系数 (%)

	汽油 (C_G)	柴油 (C_D)
苯	1.0517	0.8229
甲苯	1.2464	0.3774
二甲苯	0.3606	0.0914

注: 企业可以自行监测分析, 其监测分析方法经提交环保部门审查合格后, 可以采用其监测分析结果。

$$L_{Gi} = L_{Gs,i} + L_{Gw,i} \quad (\text{式 3-1})$$

$$L_{Di} = L_{Ds,i} + L_{Dw,i} \quad (\text{式 3-2})$$

式中, $L_{Gs,i}$ 为汽油油罐小呼吸油气排放量, kg; $L_{Gw,i}$ 为汽油油罐大呼吸油气排放量, kg; $L_{Ds,i}$ 为柴油油罐小呼吸油气排放量, kg; $L_{Dw,i}$ 为柴油油罐大呼吸油气排放量, kg。

1、油罐小呼吸油气排放量公式及系数

(1) 拱顶罐

$$L_{GSD} = 0.49 \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times K_p \times C \quad (\text{式 4-1})$$

$$L_{DSD}=0.0045 \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times K_p \times C \quad (\text{式 4-2})$$

式中， L_{GSD} 为汽油拱顶罐的年小呼吸油气排放量，kg；

L_{DSD} 为柴油拱顶罐的年小呼吸油气排放量，kg；

D 为储罐直径，m；

H ——储罐内气相空间（即储罐的留空高度），包括罐顶部分的相当高度，m；

K_p 为涂层因子或涂料系数，见表 2；

C 为小罐修正系数。当 $D \geq 9.14\text{m}$ 时， $C=1$ ；当 $1.83\text{m} < D < 9.14\text{m}$ 时， $C=8.2626 \times 10^{-2}+7.3631 \times 10^{-2}D+1.3099 \times 10^{-2}D^2+1.9891 \times 10^{-2}D^3$ 。

说明：本公式源自《石油库节能导则》中式 A.0.3-1，其中，系数“0.49”和“0.0045”是将原公式中的油品系数、本地蒸汽压、油品蒸汽压、平均密度、日大气温度变化的年平均均值等数据通过常数化和本地化处理，并经单位转化后的系数，使得按给定单位输入公式其它参数后即得到以千克为单位的 VOCs 排放量。

表 2 涂层因子（涂料系数）表

涂料颜色		涂料系数 K_p	
罐顶	罐壁	状况良好	状况较差
白	白	1.00	1.15
铝粉（1）	白	1.04	1.18
白	铝粉（1）	1.16	1.24
铝粉（1）	铝粉（1）	1.20	1.29

白	铝粉 (2)	1.30	1.38
铝粉 (2)	铝粉 (2)	1.39	1.46
白	灰	1.30	1.38
浅灰	浅灰	1.33	-
中灰	中灰	1.46	-
注：(1) 有金属光泽；(2) 无金属光泽。			

(2) 浮顶罐

$$L_{GSF}=18 \times 2.2^n \times D \times K_S \times E_F \quad (\text{式 5-1})$$

$$L_{DSF}=0.04 \times 2.2^n \times D \times K_S \times E_F \quad (\text{式 5-2})$$

式中， L_{GSF} 为汽油浮顶罐的年小呼吸油气排放量，kg；

L_{DSF} 为柴油浮顶罐的年小呼吸油气排放量，kg；

n 为与密封有关的风速指数，见表 3；

D 为储罐直径，m；

K_S 为密封系数，见表 3；

E_F 为二次密封系数，(单层取 1，二次密封取 0.25)。

说明：本公式源自 CPCC 公式，其中系数“18”和“0.04”将原 CPCC 公式中本地蒸汽压、油品蒸汽压、油品蒸发平均分子量、油品系数、浮顶罐系数等参数经过常数化和广州本地化处理，并通过单位转换后所得的系数，使得按给定单位输入公式其它参数后即得到以千克为单位的油气排放量。

表 3 风速指数及密封相关系数

罐的结构	边缘密封结构	一般密封		间隙小于等于 3mm 密封		
		Ks	n	Ks	n	
焊接罐	机械密封					
	只有一次密封	1.2	1.5	0.8	1.6	
	密封板处装有二次密封	0.8	1.2	0.8	1.1	
	边缘有二次密封	0.2	1.0	0.2	0.9	
	液面安装的弹性充填式密封（没有气体空间的）					
	只有一次密封	1.1	1.0	0.5	1.1	
	有挡雨板	0.8	0.9	0.5	1.0	
	边缘有二次密封	0.7	0.4	0.5	0.5	
	油气空间安装的弹性充填式密封					
	只有一次密封	1.2	2.3	1.0	1.7	
	有挡雨板	0.9	2.2	1.1	1.6	
	边缘有二次密封	0.2	2.6	0.4	1.5	
	铆接油罐	机械密封				
		只有一次密封	1.3	1.5		
密封板处装有二次密封		1.4	1.2			
边缘有二次密封		0.2	1.6			

2、油罐大呼吸油气排放量公式及系数

(1) 拱顶罐

$$L_{GWD} = 1.86 \times Q_G \times K_T \quad (\text{式 6-1})$$

$$L_{DWD} = 0.0027 \times Q_D \times K_T \quad (\text{式 6-2})$$

式中， L_{GWD} 为汽油拱顶罐的大呼吸油气排放量，kg；

L_{DWD} 为柴油油拱顶罐的大呼吸油气排放量，kg；

Q_G 为汽油泵入罐质量，t，是汽油泵送入罐体积（ m^3 ）和密度（ t/m^3 ）的乘积；

Q_D 为柴油泵入罐质量，t，是柴油泵送入罐体积（ m^3 ）和密度（ t/m^3 ）的乘积；

K_T 为周转系数，当年周转次数（N）小于等于36次时， $K_T=1$ ，当 $N > 36$ 时， $K_T = (180+N) / (6 \times N)$ 。

说明：本公式源自 CPCC 公式，其中系数“1.86”和“0.0027”是将原公式中的储罐内平均温度下油品真实蒸汽压、油品系数等数值通过常数化及广州本地化处理，并经单位转化后所得系数，使得按给定单位输入公式其它参数后即得到以千克为单位的油气排放量。

(2) 浮顶罐（柴油可忽略）

$$L_{WF} = \frac{4 \times Q_G \times f}{D} \quad (\text{式 7})$$

式中， L_{WF} 为汽油浮顶罐的大呼吸油气排放量，kg；

Q_G 为汽油年泵送入罐质量，t，是储罐周转量（ $10^3 m^3$ ）和油品密度（ Kg/m^3 ）的乘积；

D为储罐直径，m；

f为罐壁粘附系数， $m^3/1000m^2$ ，见表4。

说明：本公式源自《石油库节能导则》中式（A.0.2-5）。

表4 罐壁粘附系数

油品类型	罐壁情况		
	轻度铁锈	严重铁锈	喷涂内衬
汽油	0.0026	0.013	0.26

3、装车（船）损耗油气排放量公式及系数

(1) 汽油：

$$L_{GV} = L_{GV0} \times (1 - \eta_{WR}/100) \quad (\text{式 8})$$

式中， L_{GV0} 为汽油装车（船）损耗油气损耗量，kg。为油气回收处理效率，%，无油气回收处理装置或装置不合格取 0，有油气回收装置且检验合格取 95%。

$$L_{GV0} = Q_G \times A_G \quad (\text{式 9})$$

式中， Q_G 为汽油装车（船）量，t； A_G 为装车（船）损耗系数，kg/t，浸没式装车（船）取 1.82，喷射式装车（船）取 2.52。

(2) 柴油

$$L_{DV} = Q_D \times A_D \quad (\text{式 10})$$

式中， L_{DV} 为柴油装车（船）损耗油气排放量，kg； Q_D 为柴油装车（船）量，t； A_D 为装车（船）损耗系数，kg/t，浸没式装车（船）取 0.004，喷射式装车（船）取 0.0058。

二、广州市加油站挥发性有机化合物（三苯）排放量核算办法

本办法适用于广州市范围内的加油站在随油气蒸发排放的三苯（苯、甲苯和二甲苯）排放量的核算。

本市加油站三苯排放量的核算包括源于汽油油气和源于柴油油气两部分排放量的核算，总排放量为其两部分排放

量之和。

$$W = W_G + W_D \quad (\text{式 1})$$

式 1 中，W 为加油站三苯排放量总和，kg； W_G 为汽油油气三苯排放量，kg； W_D 为柴油油气三苯排放量，kg。

加油站油气排放主要源于加油站储油罐收油（即油罐车卸油，柴油可忽略）、地下储油罐的小呼吸蒸发损耗（静态损耗，柴油可忽略）、汽车油箱加油时的汽车油箱大呼吸蒸发损耗以及加油枪滴漏这 4 个环节。

加油站油气排放量为储油罐收油排放量（柴油忽略）、储存蒸发排放量（柴油忽略）、油箱加油蒸发排放量和加油枪滴漏排放量之和。分别核算这 4 个环节的油气排放量，汇总后与油气中三苯质量比例系数相乘，即可得出该加油站的三苯排放量。

$$W_G = (L_D + L_S + L_{GW} + L_{GV}) \times C_G \quad (\text{式 2-1})$$

$$W_D = (L_{DW} + L_{DV}) \times C_D \quad (\text{式 2-2})$$

式 2 中， L_D 为储油罐收油（汽油）油气排放量，kg；

L_S 为储油罐小呼吸蒸发（汽油）油气排放量，kg；

L_{GW} 为加油（汽油）油气排放量，kg；

L_{GV} 为加油枪（汽油）滴漏油气排放量，kg；

L_{DW} 为加油（柴油）油气排放量，kg；

L_{DV} 为加油枪（柴油）滴漏油气排放量，kg；

C_G 为汽油油气中三苯质量比例系数（%），见表 1；

C_D 为柴油油气中三苯质量比例系数（%），见表1。

表1 成品油油气三苯质量比例系数（%）

	汽油 (C_G)	柴油 (C_D)
苯	1.0517	0.8229
甲苯	1.2464	0.3774
二甲苯	0.3606	0.0914

注：以上数据为区间平均值，企业如果自行监测，可采用自行监测值。

1、储油罐收油油气排放量公式及系数

$$L_D = L_{D0} \times (1 - \eta_{DR}/100) \quad (\text{式 3})$$

式中， L_{D0} 为储油罐收油油气损耗量，kg； η_{DR} 为卸油油气回收处理效率，%。

$$L_{D0} = K_{D0} \times V_{GD} \quad (\text{式 4})$$

式中， K_{D0} 为储油罐收油油气排放系数，kg/t，液下卸油取1.32，喷溅卸油取2.07。 V_{GD} 为汽油储油罐收油量，t。

：储油罐或油罐车无密闭卸油油气回收系统或系统密闭性能不合格、油罐车未将回收油气送回有油气回收处理系统的油库取0。加油站或油库油气回收处理系统采用吸附法取90%，冷凝法以及吸附-冷凝法等联合回收处理工艺取95%，也可取系统标称或实测效率。

2、储油罐小呼吸油气排放量公式及系数

$$L_S = L_{S0} \times (1 - \eta_{SR}/100) \quad (\text{式 5})$$

式中， L_{S0} 为储油罐小呼吸油气损耗量，kg； η_{SR} 为小呼吸油气回收处理效率，%。

$$L_{S0} = K_{S0} \times V_{GS} \quad (\text{式 } 6)$$

式中, K_{S0} 为储油罐小呼吸油气排放系数, kg/t, 取 0.18。
 V_{GS} 为汽油储油罐储油量, t。

取值: 无小呼吸油气回收系统或系统密闭性能不合格取 0。有可变空间存储技术的储油罐小呼吸油气回收系统取 100%。

3、汽车油箱加油油气排放量公式及系数

$$L_W = L_{W0} \times (1 - \eta_{WR}/100) \quad (\text{式 } 7)$$

式中, L_{W0} 为加油油气损耗量, kg;

η_{WR} 为加油油气回收处理效率, %, 对柴油取 0, 对汽油: 无加油油气回收系统或系统密闭性能不合格取 0, 有加油油气回收但无后端油气排放处理系统(地下储油罐压力管理系统)取 90%, 有加油油气回收及后端油气排放处理系统取 95%, 也可取系统标称效率或实测效率。

$$L_{W0} = K_{W0} \times V_W \quad (\text{式 } 8)$$

式中, K_{W0} 为加油油气排放系数, kg/t, 汽油取 1.99, 柴油取 0.065。 V_W 为加油量, t。

4、加油枪滴漏油气排放量公式及系数

$$L_V = L_{V0} \times (1 - \eta_V/100) \quad (\text{式 } 9)$$

式中, L_{V0} 为加油枪滴漏油气损耗量, kg; η_V 为滴漏治理效率, %。

$$L_{V0} = K_{V0} \times V \quad (\text{式 } 10)$$

式中， K_{v0} 为加油滴漏系数，kg/t，汽油取0.12，柴油取0.094。V为加油量，t。

：采用不滴油加油枪的取100%。

三、广州市汽车制造业表面涂装挥发性有机化合物（三苯）排放量核算办法

本办法适用于广州市范围内汽车制造业生产过程中表面涂装作业三苯（苯、甲苯和二甲苯）挥发排放量的核算。

汽车制造业表面涂装作业及废气排放如图1所示，其三苯排放来自涂装过程中所使用的含三苯的涂料、稀释剂及清洗剂的挥发。我市范围内的整车制造企业已实现涂装废气的密闭收集、治理与有组织排放，尚存有微量的无组织排放，可暂不纳入本次核算范围。

本核算办法采用实测法来核算通过涂装工序各个排放口的三苯排放量。

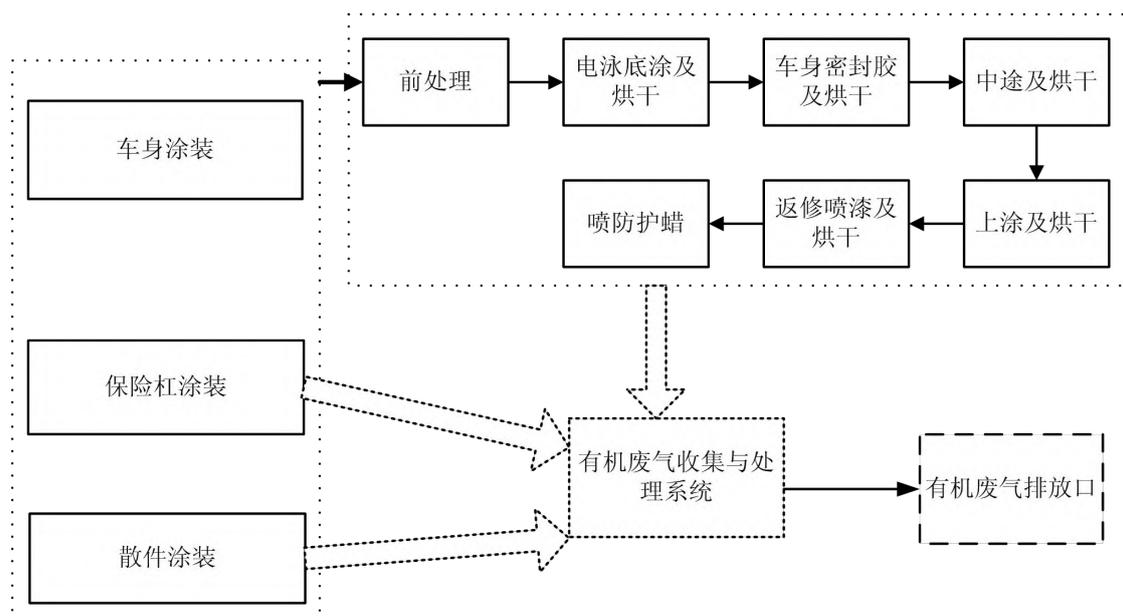


图1：汽车制造业表面涂装工艺图

1、监测排放口的确定

需要对涂装作业排放含三苯有机废气的全部排放口进行监测，至少包括以下排放口，具体企业的排放口以企业涂装工艺与排放口设置为准：

- (1) 涂装前处理排放口
- (2) 底涂排放口
- (3) 烘干排放口
- (4) 车身密封胶排放口
- (5) 中涂排放口
- (6) 中涂烘干排放口
- (7) 上涂排放口
- (8) 上涂烘干排放口
- (9) 防护蜡喷涂排放口
- (10) 保险杠喷涂排放口
- (11) 保险杠烘干排放口
- (12) 整车返修排放口
- (13) 整车返修烘干排放口
- (14) 散件喷涂排放口
- (15) 散件烘干排放口。

2、计算公式

$$W_{ben} = \sum_{k=1}^n E_{ben, k} \quad (\text{式 1})$$

$$W_{tol} = \sum_{k=1}^n E_{tol, k} \quad (\text{式 2})$$

$$W_{xyl} = \sum_{k=1}^n E_{xyl, k} \quad (\text{式 3})$$

式 1 至式 3 中:

W_{ben} 、 W_{tol} 、 W_{xyl} 分别为该企业核算期内涂装作业排放口苯、甲苯、二甲苯的排放总量, Kg;

$E_{ben, k}$ 、 $E_{tol, k}$ 、 $E_{xyl, k}$ 分别为该企业核算期内第 k 个排放口苯、甲苯、二甲苯的排放量, Kg;

n 为该企业涂装作业含苯、甲苯或二甲苯的排放口数量。

$$E_{ben, k} = C_{ben, k} \times Q_k \times T_k \times 10^{-6} \quad (\text{式 4})$$

$$E_{tol, k} = C_{tol, k} \times Q_k \times T_k \times 10^{-6} \quad (\text{式 5})$$

$$E_{xyl, k} = C_{xyl, k} \times Q_k \times T_k \times 10^{-6} \quad (\text{式 6})$$

式 4 至式 6 中, $C_{ben, k}$ 、 $C_{tol, k}$ 、 $C_{xyl, k}$ 分别为该企业第 k 个排放口核算期内每次监测的苯、甲苯、二甲苯的算术平均排放浓度, mg/m^3 , 即:

$$C_{ben, k} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{ben, k, i} \quad (\text{式 7})$$

$$C_{tol, k} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{tol, k, i} \quad (\text{式 8})$$

$$C_{xyl, k} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{xyl, k, i} \quad (\text{式 9})$$

式 7 至式 9 中, $C_{ben, k, i}$ 、 $C_{tol, k, i}$ 、 $C_{xyl, k, i}$ 分别为该企业第 k 个排放口第 i 次监测苯、甲苯、二甲苯的排放浓度值, mg/m^3 , n 为监测次数。

Q_k 为该企业第 k 个排放口核算期内所有监测次数的算术平均废气流量, m^3/h , 即:

$$Q_k = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n Q_{k, i} \quad (\text{式 10})$$

式 10 中，为该企业第 k 个排放口第 i 次监测的废气流量， m^3/h ，n 为监测次数。

T_k 为该企业第 k 个排放口核算期内的排放时间，h。

四、广州市造（修）船业表面涂装挥发性有机化合物（三苯）排放量核算办法

本办法适用于广州市范围内造（修）船企业进行表面涂装时排放的三苯（苯、甲苯和二甲苯）排放量的核算。

本市造（修）船业表面涂装三苯排放主要源自企业使用的涂料、固化剂及稀释剂，在涂装过程中，涂料、固化剂及稀释剂中的三苯将以有组织和无组织排放形式绝大部分挥发到大气环境中，因此，本办法的三苯排放量为三苯产生量扣除三苯削减量。对废旧油漆桶（含固化剂、稀释剂）全部进行无害化处置的造修船企业，在最后的三苯排放量予以一定比例扣除。核算公式为：

$$W_{ben} = W_{ben, P} + W_{ben, C} + W_{ben, D} - W_{ben, R} \quad (\text{式 1})$$

$$W_{tol} = W_{tol, P} + W_{tol, C} + W_{tol, D} - W_{tol, R} \quad (\text{式 2})$$

$$W_{xyl} = W_{xyl, P} + W_{xyl, C} + W_{xyl, D} - W_{xyl, R} \quad (\text{式 3})$$

式 1-式 3 中， W_{ben} 、 W_{tol} 、 W_{xyl} 分别为核算期内企业苯、甲苯、二甲苯的排放量，kg；

$W_{ben, P}$ 、 $W_{tol, P}$ 、 $W_{xyl, P}$ 分别为核算期内企业使用涂料中苯、甲苯和二甲苯的产生量，kg；

$W_{ben, C}$ 、 $W_{tol, C}$ 、 $W_{xyl, C}$ 分别为核算期内企业使用固化

剂中苯、甲苯和二甲苯的产生量，kg；

$W_{ben, D}$ 、 $W_{tol, D}$ 、 $W_{xyl, D}$ 分别为核算期内企业使用稀释剂中苯、甲苯和二甲苯的产生量，kg；

$W_{ben, R}$ 、 $W_{tol, R}$ 、 $W_{xyl, R}$ 分别为核算期内企业治理有机废气中苯、甲苯和二甲苯的削减量，kg。

造船作业的三苯排放包括在车间底漆、分段涂装环节的有组织排放及船台涂装、码头涂装、交船前坞内涂装环节的无组织排放（见图 1），修船作业的三苯排放全部为在码头对船舶进行涂装的无组织排放。单纯造船、既有造船又有修船作业企业三苯排放量核算适用于式 1-22。单纯修船作业企业治理有机废气的三苯削减量为 0，不需核算式 13-22。

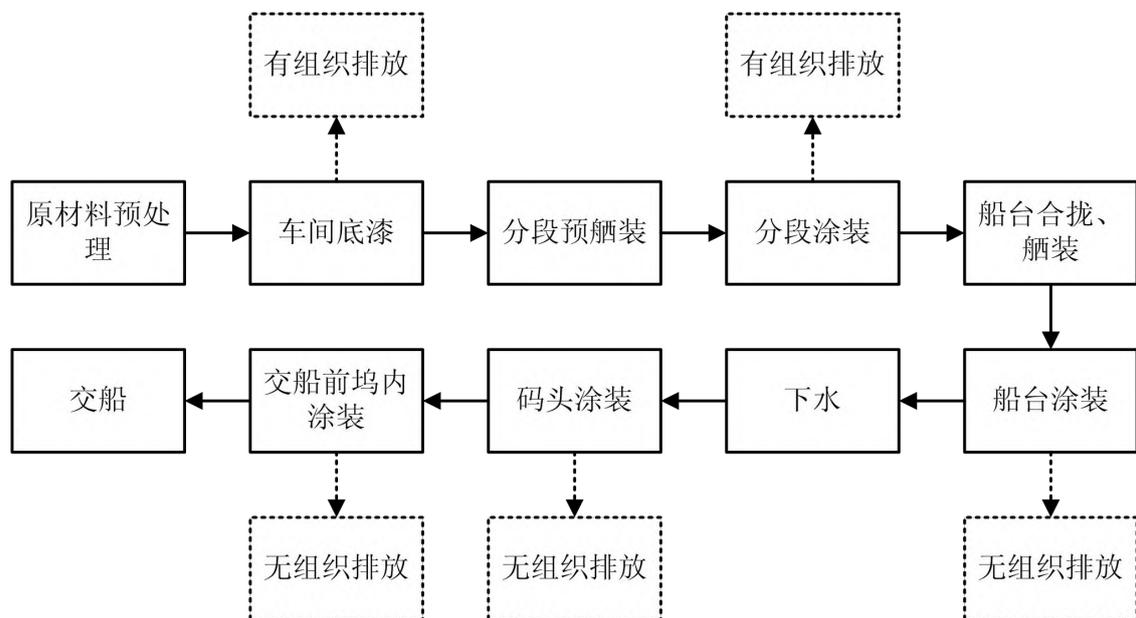


图 1：造船业表面涂装工艺图

1、企业使用涂料三苯产生量的核算公式

$$W_{\text{ben, P}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{P},i} \times C_{\text{ben, Pi}}/100) \quad (\text{式 4})$$

$$W_{\text{tol, P}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{P},i} \times C_{\text{tol, Pi}}/100) \quad (\text{式 5})$$

$$W_{\text{xyI, P}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{P},i} \times C_{\text{xyI, Pi}}/100) \quad (\text{式 6})$$

式 4-式 6 中， $Q_{\text{P},i}$ 为企业核算期内第 i 种涂料的使用量，Kg。

$C_{\text{ben, Pi}}$ 、 $C_{\text{tol, Pi}}$ 、 $C_{\text{xyI, Pi}}$ 分别为企业核算期内使用的第 i 种涂料中苯、甲苯、二甲苯的含量，%；数据应取自涂料供应商提供的第 i 种涂料的化学品安全技术说明书（MSDS 表），若三苯含量为区间值，取区间最大值。

n 为企业核算期内使用涂料种类。

2、企业使用固化剂中三苯产生量的核算公式

$$W_{\text{ben, C}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{C},i} \times C_{\text{ben, Ci}}/100) \quad (\text{式 7})$$

$$W_{\text{tol, C}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{C},i} \times C_{\text{tol, Ci}}/100) \quad (\text{式 8})$$

$$W_{\text{xyI, C}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{C},i} \times C_{\text{xyI, Ci}}/100) \quad (\text{式 9})$$

式 7-式 9 中， $Q_{\text{C},i}$ 为企业核算期内第 i 种固化剂的使用量，Kg。

$C_{\text{ben, Ci}}$ 、 $C_{\text{tol, Ci}}$ 、 $C_{\text{xyI, Ci}}$ 分别为企业核算期内使用的第 i 种固化剂中苯、甲苯、二甲苯的含量，%；数据应取自涂料供应商提供的第 i 种固化剂的化学品安全技术说明书

(MSDS), 若三苯含量为区间值, 取区间最大值。

n 为企业核算期内使用固化剂种类。

3、企业使用稀释剂中三苯产生量的核算公式

$$W_{ben, D} = \sum_{i=1}^n (Q_{D,i} \times C_{ben, Di}/100) \quad (\text{式 } 10)$$

$$W_{tol, D} = \sum_{i=1}^n (Q_{D,i} \times C_{tol, Di}/100) \quad (\text{式 } 11)$$

$$W_{xyl, D} = \sum_{i=1}^n (Q_{D,i} \times C_{xyl, Di}/100) \quad (\text{式 } 12)$$

式 10-式 12 中, 为企业核算期内第 i 种稀释剂的使用量, Kg。

$C_{ben, Di}$ 、 $C_{tol, Di}$ 、 $C_{xyl, Di}$ 分别为企业核算期内使用的第 i 种稀释剂中苯、甲苯、二甲苯的含量, %; 数据应取自涂料供应商提供的第 i 种稀释剂的化学品安全技术说明书 (MSDS), 若三苯含量为区间值, 取区间最大值。

n 为企业核算期内使用稀释剂种类。

4、有机废气治理削减的三苯排放量核算公式

(1) 监测排放口的确定

需要对所有排放三苯的涂装有机废气排放口进行监测, 至少包括预处理有机废气涂装排放口和分段涂装有机废气涂装排放口, 具体企业的排放口以企业涂装工艺与排放口设置为准。

(2) 计算公式

$$W_{ben, R} = \sum_{k=1}^n (E_{ben, k} \times \frac{\eta_k/100}{1-\eta_k/100}) \quad (\text{式 } 13)$$

$$W_{\text{tol}, R} = \sum_{k=1}^n (E_{\text{tol}, k} \times \frac{\eta_k/100}{1-\eta_k/100}) \quad (\text{式 14})$$

$$W_{\text{xyI}, R} = \sum_{k=1}^n (E_{\text{xyI}, k} \times \frac{\eta_k/100}{1-\eta_k/100}) \quad (\text{式 15})$$

式 13-式 15 中， $E_{\text{ben}, k}$ 、 $E_{\text{tol}, k}$ 、 $E_{\text{xyI}, k}$ 分别代表企业核算期内第 i 个有机废气排放口苯、甲苯、二甲苯的排放量，kg；

n 为企业有机废气排放口的数量；

η_k 为企业第 k 个有机废气排放口废气处理设施的削减效率，%。

采用活性炭吸附及催化燃烧法的削减效率为 90% 或系统实测效率，若企业不在活性炭寿命期内更换活性炭或者不进行回收处理被认定为治理设施不正常运行，其削减效率为 0。

$$E_{\text{ben}, k} = C_{\text{ben}, k} \times Q_k \times T_k \times 10^{-6} \quad (\text{式 16})$$

$$E_{\text{tol}, k} = C_{\text{tol}, k} \times Q_k \times T_k \times 10^{-6} \quad (\text{式 17})$$

$$E_{\text{xyI}, k} = C_{\text{xyI}, k} \times Q_k \times T_k \times 10^{-6} \quad (\text{式 18})$$

式 16 至式 18 中， $C_{\text{ben}, k}$ 、 $C_{\text{tol}, k}$ 、 $C_{\text{xyI}, k}$ 分别为该企业第 k 个排放口核算期内每次监测的苯、甲苯、二甲苯的算术平均排放浓度， mg/m^3 ，即：

$$C_{\text{ben}, k} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{\text{ben}, k, i} \quad (\text{式 19})$$

$$C_{\text{tol}, k} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{\text{tol}, k, i} \quad (\text{式 20})$$

$$C_{\text{xyI}, k} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{\text{xyI}, k, i} \quad (\text{式 21})$$

式 19 至式 21 中， $C_{\text{ben}, k, i}$ 、 $C_{\text{tol}, k, i}$ 、 $C_{\text{xyI}, k, i}$ 分别为该企业

第 k 个排放口第 i 次监测苯、甲苯、二甲苯的排放浓度值， mg/m^3 ，n 为监测次数。

Q_k 为企业第 k 个排放口核算期内所有监测次数的算术平均废气流量， m^3/h ，即：

$$Q_k = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n Q_{k,i} \quad (\text{式 22})$$

式 22 中， $Q_{k,i}$ 为企业第 k 个排放口第 i 次监测的废气流量， m^3/h ，n 为监测次数。

T_k 为企业第 k 个排放口核算期内的排放时间，h。量， m^3/h ；

说明：若涂料、固化剂或稀释剂的三苯含量不可得（即没有提供相应的 MSDS 表）的情况下，环保部门可以利用自己掌握的涂料、固化剂及稀释剂三苯含量数据库中的数据。

备注：对于与有危险废物经营资质单位签订了废旧油漆桶（含固化剂和稀释剂）无害化处置协议，对企业所产生的全部废旧油漆桶（含固化剂和稀释剂）进行无害化处置的造船企业，可在最后核算的三苯排放量中扣除 3%。

五、广州市石油炼制业挥发性有机化合物（三苯）排放量核算办法

本办法适用于广州市石油炼制企业石油炼制过程、原料及产品储运过程及废水处理过程中三苯（苯、甲苯、二甲苯）排放量的核算。

石油炼制企业的有机废气排放环节包括：燃料燃烧烟气

排放；工艺尾气排放；工艺废气释放；生产设备泄漏；原料、半成品、产品储存及调和过程泄漏；原料、产品装卸过程的逸散损耗；废水处理过程逸散等。其中前两个环节的排放为有组织排放，后几个环节的排放为无组织排放。石油炼制企业的 VOC_s 排放以无组织排放为主。

本办法暂核算工艺装置过程、污水处理逸散、原油及炼制产品储存呼吸排放及装载过程损耗等 4 个环节的三苯排放量，三苯总排放量为这 4 部分排放量之和。未来待其他环节的排放量核算技术成熟后纳入本办法进行核算。为了激励企业采用设备泄露检测与修复（LDAR）技术，对于采用 LDAR 技术的，并对阀门、泵、法兰、连接件、开口管线及其他密封点检漏数量达到一定比例的，可在三苯排放量的基础上予以一定比例扣除。

$$W_{ben} = W_{ben,R} + W_{ben,ST} + W_{ben,S} + W_{ben,L} \quad (\text{式 1})$$

$$W_{tol} = W_{tol,R} + W_{tol,ST} + W_{tol,S} + W_{tol,L} \quad (\text{式 2})$$

$$W_{xyl} = W_{xyl,R} + W_{xyl,ST} + W_{xyl,S} + W_{xyl,L} \quad (\text{式 3})$$

式 1 至式 3 中， W_{ben} 、 W_{tol} 、 W_{xyl} 为企业核算期内苯、甲苯和二甲苯排放量,kg；

$W_{ben,R}$ 、 $W_{tol,R}$ 、 $W_{xyl,R}$ 为核算期内企业工艺装置过程苯、甲苯和二甲苯排放量,kg；

$W_{ben,ST}$ 、 $W_{tol,ST}$ 、 $W_{xyl,ST}$ 为核算期内企业废水处理苯、甲苯和二甲苯排放量,kg；

$W_{ben,S}$ 、 $W_{tol,S}$ 、 $W_{xyl,S}$ 为核算期内企业原油及石油炼制产品储存呼吸苯、甲苯和二甲苯排放量，Kg；

$W_{ben,L}$ 、 $W_{tol,L}$ 、 $W_{xyl,L}$ 为核算期内企业石油炼制产品装载损耗苯、甲苯和二甲苯排放量，Kg。

1、工艺装置过程三苯排放量核算公式及排放系数

$$W_{ben,R} = W_{ben,R,D} + W_{ben,R,A} \quad (\text{式 4})$$

$$W_{tol,R} = W_{tol,R,D} + W_{tol,R,A} \quad (\text{式 5})$$

$$W_{xyl,R} = W_{xyl,R,D} + W_{xyl,R,A} \quad (\text{式 6})$$

式 4 至式 6 中， $W_{ben,R,D}$ 、 $W_{tol,R,D}$ 、 $W_{xyl,R,D}$ 分别为企业减压蒸馏装置泄漏核算期内的苯、甲苯和二甲苯排放量，Kg；

$W_{ben,R,A}$ 、 $W_{tol,R,A}$ 、 $W_{xyl,R,A}$ 分别为企业芳烃抽提装置核算期内泄漏的苯、甲苯和二甲苯排放量，Kg。

(1) 减压蒸馏装置过程的三苯排放量核算公式及排放系数

$$W_{ben,R,D} = Q_M \times C_{ben} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 7})$$

$$W_{tol,R,D} = Q_M \times C_{tol} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 8})$$

$$W_{xyl,R,D} = Q_M \times C_{xyl} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 9})$$

式 7 至式 9 中，为企业减压蒸馏装置原料（即原油）核算期内使用总量，t；

C_{ben} 、 C_{tol} 、 C_{xyl} 分别为企业减压蒸馏装置过程的苯、甲苯和二甲苯的排放系数，Kg/t，见表 1。

η 为有机废气治理设施的治理效率，%，采用吸收法的削

减效率取 80%或系统实测效率；采用生物法、燃烧法或吸附法的削减效率为 90%或系统实测效率，若企业不在活性炭寿命期内更换活性炭或者不进行回收处理被认定为治理设施不正常运行，其削减效率为 0。

(2) 芳烃抽提装置过程的三苯排放量核算公式及排放系数

$$W_{ben,R,A} = Q_P \times C_{ben} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 } 10)$$

$$W_{tol,R,A} = Q_P \times C_{tol} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 } 11)$$

$$W_{xyl,R,A} = Q_P \times C_{xyl} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 } 12)$$

式 10 至式 12 中，为企业芳烃抽提装置核算期内各类产品（即苯、混合苯、甲苯、溶剂油、汽油等）的生产量之和， t ；

其中， $Q_P = \sum Q_{P,i}$ （式 12-1），式中 $Q_{P,i}$ 为芳烃抽提装置第 i 种产品的产量。

C_{ben} 、 C_{tol} 、 C_{xyl} 分别为企业芳烃抽提装置泄漏苯、甲苯和二甲苯的排放系数， Kg/t ，见表 1。

η 为有机废气治理设施的治理效率，%，采用吸收法的削减效率取 80%或系统实测效率；采用生物法、燃烧法或吸附法的削减效率为 90%或系统实测效率，若企业不在活性炭寿命期内更换活性炭或者不进行回收处理被认定为治理设施不正常运行，其削减效率为 0。

表 1 石油炼制工艺装置泄漏三苯排放系数表

工艺装置	三苯排放系数 (Kg/t)			核算基础 (t)
	苯	甲苯	二甲苯	
减压蒸馏	/	0.02425	0.012125	原料使用量
芳烃抽提	0.0001611	0.0000027	0.0000396	产品生产量

2、废水处理过程逸散三苯排放量核算公式及排放系数

2.1 若企业已实现废水处理全程密闭，并设置有机废气排放口且具备实测条件可采用实测法对废水处理过程逸散三苯排放量进行计算。

$$E_{ben, ST} = C_{ben, ST} \times Q_{ST} \times T_{ST} \times 10^{-6} \quad (\text{式 13})$$

$$E_{tol, ST} = C_{tol, ST} \times Q_{ST} \times T_{ST} \times 10^{-6} \quad (\text{式 14})$$

$$E_{xyl, ST} = C_{xyl, ST} \times Q_{ST} \times T_{ST} \times 10^{-6} \quad (\text{式 15})$$

式 13 至式 15 中， $C_{ben, ST}$ 、 $C_{tol, ST}$ 、 $C_{xyl, ST}$ 分别为该企业污水处理设施有机废气排放口核算期内每次监测的苯、甲苯、二甲苯的算术平均排放浓度， mg/m^3 ，即：

$$C_{ben, ST} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{ben, ST, i} \quad (\text{式 16})$$

$$C_{tol, ST} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{tol, ST, i} \quad (\text{式 17})$$

$$C_{xyl, ST} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n C_{xyl, ST, i} \quad (\text{式 18})$$

式 16 至式 18 中， $C_{ben, ST, i}$ 、 $C_{tol, ST, i}$ 、 $C_{xyl, ST, i}$ 分别为该企业污水处理设施有机废气排放口第 i 次监测苯、甲苯、二甲苯的排放浓度值， mg/m^3 ， n 为监测次数。

Q_{ST} 为企业污水处理设施有机废气排放口核算期内所有

监测次数的算术平均废气流量， m^3/h ，即：

$$Q_{ST} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n Q_{ST,i} \quad (\text{式 19})$$

式 19 中，为该企业污水处理设施有机废气排放口第 i 次监测的废气流量， m^3/h ， n 为监测次数。

T_{ST} 为该企业污水处理设施有机废气排放口核算期内的排放时间， h 。

2.2 若企业并未实现废水处理全程密闭或在密闭的条件下设置的有机废气排放口不具实测条件的，可采用排放系数法对废水处理过程逸散三苯排放量进行计算。

$$W_{ben,ST} = Q_{ST} \times C_{ben} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 20})$$

$$W_{tol,ST} = Q_{ST} \times C_{tol} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 21})$$

$$W_{xyl,ST} = Q_{ST} \times C_{xyl} \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 22})$$

式 20 至式 22 中，为企业污水处理设施核算期内废水处理量， m^3 ；

C_{ben} 、 C_{tol} 、 C_{xyl} 分别为企业废水分离设施的苯、甲苯和二甲苯排放系数， Kg/m^3 ，见表 2；

η 为有机废气治理设施的治理效率，%，采用生物法且稳定运行、达标排放时治理效率取 90% 或系统实测效率。

表 2 废水处理逸散的三苯排放系数表

三苯排放系数 (Kg/m^3)			核算基础
苯	甲苯	二甲苯	
0.0069575	0.0281325	/	废水处理量

3、储罐呼吸三苯排放量核算公式及排放系数

$$W_S = W_{FS} + W_{FL} \text{ 或 } W_S = W_{GS} + W_{GL} \text{ (式 23)}$$

$$W_{ben,S} = W_S \times C_{ben}/100 \text{ (式 24)}$$

$$W_{tol,S} = W_S \times C_{tol}/100 \text{ (式 25)}$$

$$W_{xyl,S} = W_S \times C_{xyl}/100 \text{ (式 26)}$$

式 23 至 26 中为企业储罐内化学品核算期内的挥发排放量，Kg；

W_{FS} 、 W_{GS} 为浮顶罐或拱顶罐核算期内小呼吸（静态损耗）挥发排放量，Kg；

W_{FL} 、 W_{GL} 为浮顶罐或拱顶罐核算期内大呼吸（动态损耗）挥发排放量，Kg；

C_{ben} 、 C_{tol} 、 C_{xyl} 为储罐内的化学品中苯、甲苯和二甲苯的质量比例系数，%，见表 3。

本办法将原油和石油炼制产品纳入核算，其中石油炼制产品为汽油、柴油、石脑油、溶剂油、航空煤油、苯、甲苯、二甲苯，其三苯质量比例系数见表 3。

表 3 不同化学品挥发气体的三苯质量比例系数表（%）

液体名称	苯	甲苯	二甲苯
原油	0.1253	0.31625	0.09335
汽油	1.0517	1.24635	0.3606
柴油	0.8229	0.3774	0.0914
航空煤油	0.0883	0.49785	0.5359
石脑油	1.68395	0.03825	0.002

溶剂油	0.19365	0.26305	0.1262
苯	100		
甲苯		100	
二甲苯			100
注：以上数据为区间平均值，企业如果自行监测，可采用自行监测值。			

(1) 浮顶罐小呼吸的 VOCs 排放量公式及系数

$$W_{FS} = C \times K \times 2.2^n \times D \times K_C \times K_S \times E_F \quad (\text{式 27})$$

式中， W_{FS} 为浮顶罐小呼吸的 VOCs 年排放量，Kg；

C 为排放系数，见表 4 及说明 1；

K 为浮顶罐系数，外浮顶取 3.1，内浮顶取 2.05；

n 为与密封有关的风速指数，见表 5；

D 为储罐直径，m；

K_C 为油品系数，(原油取 0.4，其他所有石油液体取 1.0)；

K_S 为密封系数，见表 3；

E_F 为二次密封系数，(单层取 1，二次密封取 0.25)。

说明 1: 本公式源自 CPCC 公式，其中 C 将原 CPCC 公式中蒸汽压、原油及石油产品蒸汽压、平均分子量等参数经过常数化和广州本地化处理，并通过单位转换后所得的系数，使得按给定单位输入公式其它参数后即得到以千克为单位的 VOCs 排放量。

表 4 浮顶罐小呼吸的 VOCs 排放系数表

石油制品名称	排放系数	石油制品名称	排放系数	石油制品名称	排放系数
原油	3.21699	航空煤油	0.02399	苯	2.07591
汽油	8.78167	石脑油	2.26255	甲苯	1.01485
柴油	0.01957	溶剂油	4.93089	二甲苯	0.34496

表 5 风速指数及密封相关系数

罐的结构	边缘密封结构	一般密封		间隙小于等于 3mm 密封		
		Ks	n	Ks	n	
焊接罐	机械密封					
	只有一次密封	1.2	1.5	0.8	1.6	
	密封板处装有二次密封	0.8	1.2	0.8	1.1	
	边缘有二次密封	0.2	1.0	0.2	0.9	
	液面安装的弹性充填式密封（没有气体空间的）					
	只有一次密封	1.1	1.0	0.5	1.1	
	有挡雨板	0.8	0.9	0.5	1.0	
	边缘有二次密封	0.7	0.4	0.5	0.5	
	油气空间安装的弹性充填式密封					
	只有一次密封	1.2	2.3	1.0	1.7	
	有挡雨板	0.9	2.2	1.1	1.6	
	边缘有二次密封	0.2	2.6	0.4	1.5	
	铆接油罐	机械密封				
		只有一次密封	1.3	1.5		
密封板处装有二次密封		1.4	1.2			
边缘有二次密封		0.2	1.6			

(2) 浮顶罐大呼吸的 VOCs 排放量公式及系数

$$W_{FL} = (\text{式 28})$$

式中， W_{FL} 为浮顶罐大呼吸的 VOCs 排放量，Kg；

Q_G 为原油及石油制品泵送入罐质量，t，是储罐周转量（ $10^3 m^3$ ）和油品密度（ Kg/m^3 ）的乘积；

D 为储罐直径，m；

f 为罐壁粘附系数， $m^3/1000m^2$ ，见表 6。

说明 2：本公式源自《石油库节能导则》中式（A. 0. 2-5）。

表 6 罐壁粘附系数

油品类型	罐壁情况		
	轻度铁锈	严重铁锈	喷涂内衬
汽油	0.0026	0.013	0.26
原油	0.01	0.05	1.03

注：其他化学品同汽油取值。

（3）拱顶罐小呼吸的 VOCs 排放量公式及系数

$$W_{GS} = K \times K_E \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times K_p \times C \quad (\text{式 29})$$

式中， W_{GS} 为拱顶罐小呼吸的 VOCs 年排放量，Kg；

K 为拱顶罐小呼吸的 VOCs 排放系数，见表 7 及说明 3；

K_E 为油品系数，汽油等成品油取 24，原油取 14；

H ——储罐内气相空间（即储罐的留空高度），包括罐顶部分的相当高度，m；

D ——储罐直径，m；

K_p ——涂层因子或涂料系数，见表 8；

C ——小罐修正系数。当 $D \geq 9.14m$ 时， $C=1$ ；当 $1.83m < D < 9.14m$ 时， $C=8.2626 \times 10^{-2} + 7.3631 \times 10^{-2}D + 1.3099 \times$

$$10^{-2} D^2 + 1.9891 \times 10^{-2} D^3$$

说明 3: 本公式源自《石油库节能导则》中式 A.0.3-1, 其中, K 是将原公式中的本地蒸汽压、原油及石油产品蒸汽压、平均密度、日大气温度变化的年平均值等数据通过常数化和本地化处理, 并经单位转化后的系数, 使得按给定单位输入公式其它参数后即得到以千克为单位的 VOCs 排放量。

表 7 拱顶罐小呼吸的 VOCs 排放系数表

石油制品名称	排放系数	石油制品名称	排放系数	石油制品名称	排放系数
原油	0.01625	航空煤油	0.000258	苯	0.008538
汽油	0.02513	石脑油	0.00771	甲苯	0.004538
柴油	0.00023	溶剂油	0.012565	二甲苯	0.00198

表 8 涂层因子 (涂料系数) 表

涂料颜色		涂料系数 Kp	
罐顶	罐壁	状况良好	状况较差
白	白	1.00	1.15
铝粉 (1)	白	1.04	1.18
白	铝粉 (1)	1.16	1.24
铝粉 (1)	铝粉 (1)	1.20	1.29
白	铝粉 (2)	1.30	1.38
铝粉 (2)	铝粉 (2)	1.39	1.46
白	灰	1.30	1.38
浅灰	浅灰	1.33	-
中灰	中灰	1.46	-

(4) 拱顶罐大呼吸的 VOCs 排放量公式及系数

$$W_{GL} = K \times Q \times K_T \times K_E \quad (\text{式 30})$$

式中， W_{GL} 为拱顶罐大呼吸的 VOCs 排放量，Kg；

K 为排放系数，见表 9 及说明 4；

Q 为原油及石油产品泵送入罐质量，t；

K_T ——周转系数；当年周转 N 小于等于 36 次时， $K_T=1$ ；

当 $K_T > 36$ 时， $K_T = (180+N) / 6N$ ；

K_E ——油品系数，（汽油等取 1.0，原油取 0.75）。

说明 4：本公式源自 CPCC 公式，其中， K 是将原公式中的储罐内平均温度下原油及石油产品真实蒸汽压数值通过常数化及广州本地化处理，并经单位转化后所得系数，使得按给定单位输入公式其它参数后即得到以千克为单位的 VOCs 排放量； Q 为原油及石油产品年泵送入罐体积（ m^3 ）和密度（ t/m^3 ）的乘积。

表 9 拱顶罐大呼吸的 VOCs 排放系数表

石油制品名称	排放系数	石油制品名称	排放系数	石油制品名称	排放系数
原油	0.001018	航空煤油	0.0000033	苯	0.000452
汽油	0.001857	石脑油	0.000479	甲苯	0.000193
柴油	0.000002697	溶剂油	0.000857	二甲苯	0.0000579

4、装载过程损耗的三苯损耗排放量核算公式及排放系数

$$W_L = Q \times A \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (\text{式 31})$$

$$W_{benL} = W_L \times C_{ben} \quad (\text{式 32})$$

$$W_{tolL} = W_L \times C_{tol} \quad (\text{式 33})$$

$$W_{xyLL} = W_L \times C_{xyl} \quad (\text{式 34})$$

式 31 至式 34 中，为装载过程 VOCs 损耗的排放量，Kg；

Q 为核算期内装载量，t；

A 为装载损耗系数，Kg/t，取值见表 10；

η 为油气回收处理效率，%，无油气回收处理装置或装置不合格取 0，有油气回收装置且检验合格取 95%或系统实测效率。

C_{ben} 、 C_{tol} 、 C_{xyl} 为装载的化学品中苯、甲苯和二甲苯的质量比系数，%，取值见表 3。

表 10 装载损耗系数表 (Kg/t)

石油制品	浸没式装车 (船)	喷射式装车 (船)	石油制品	浸没式装车 (船)	喷射式装车 (船)
原油	0.997	1.38	溶剂油	0.84	1.16
汽油	1.82	2.52	苯	0.44	0.61
柴油	0.004	0.0058	甲苯	0.19	0.26
航空煤油	0.0032	0.0045	二甲苯	0.057	0.078
石脑油	0.47	0.65			

备注：为鼓励企业采用 LDAR 技术，对于采用 LDAR 技术的企业，若阀门、泵、法兰、连接件、开口管线及其他密封点检漏数量达到总数的 50%以上（含 50%）的，可在最终计算的三苯排放量扣除 2%，检漏数量达到总数的 80%以上（含 80%）的，可在最终计算的三苯排放量扣除 3%。